

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-034913

(43)Date of publication of application : 09.02.2001

(51)Int.Cl. G11B 5/33
G11B 5/02

(21)Application number : 11-202704 (71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

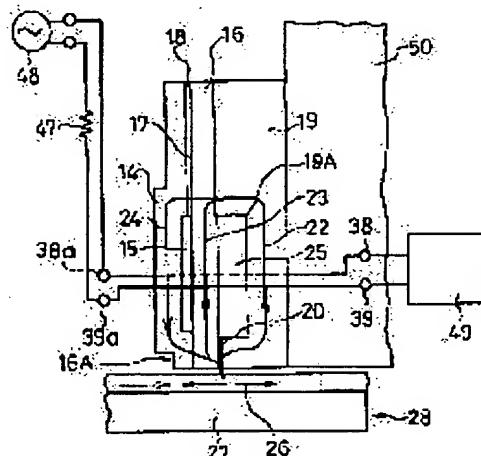
(22)Date of filing : 16.07.1999 (72)Inventor : KUROE AKIO
MURATA AKIO
MURAMATSU SAYURI

(54) MAGNETIC HEAD AND MAGNETIC RECORDER/REPRODUCER EMPLOYING IT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a magnetic head having high variation rate of impedance and utilizing variation of impedance due to magnetism.

SOLUTION: The magnetic head comprises a magnetic circuit having a pair of soft magnetic films 14, 16 formed to sandwich a detection conductor film 15, a nonmagnetic film 18 forming a gap provided at least a part of the magnetic circuit, and a magnetic yoke 19 provided on one soft magnetic film 16 while keeping a magnetic gap 20. A high frequency carrier signal superposed with a DC bias current is applied from a high frequency oscillator 48 to electrode terminals 38a, 39a connected with the opposite ends of the detection conductor film 15 and a high frequency carrier signal subjected to amplitude modulation by the impedance variation of the detection conductor film 15 due to magnetic field from a magnetic recording medium 28 is taken out between the detection electrode terminals 38, 39.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 01.04.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

JP2001-034913

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any
damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The 1st soft magnetic material film which maintained the magnetic gap and was joined in the field which counters the magnetic-recording medium of magnetic York, A conductive thin film is put by said 1st soft magnetic material film and the 2nd soft magnetic material film. The magnetic circuit which consists of soft magnetic material film of the pair which prepared the gap in a part of location [at least] which is separated from said magnetic gap, The magnetic head characterized by having a means to impress the RF carrier signal current and a direct current to the electrode terminal of a pair linked to the both ends of said conductive thin film, and the electrode terminal of said pair at coincidence, and the high-frequency amplifier which amplifies the RF carrier signal produced between the electrode terminals of said pair.

[Claim 2] The magnetic head according to claim 1 characterized by ***** so that the gap formed in a part of magnetic circuit which consists of soft magnetic material film of said pair, and the magnetic gap which counters the magnetic-recording medium between said magnetic York and said 1st soft magnetic material film may become an opposite location mutually

[Claim 3] The magnetic recorder and reproducing device characterized by having a maintenance means of a magnetic-recording medium by which the signal currently recorded by the magnetic head according to claim 1 or 2 and said magnetic head is reproduced, and a positioning means to position the magnetic head to the location where it was specified on said magnetic-recording medium.

[Claim 4] The magnetic sensor characterized by to have a means impress the RF carrier signal current and a direct current to the electrode terminal of a pair linked to the both ends of the magnetic circuit which consists of soft magnetic material film of the pair which prepared the gap in a part of location [at least] which put the conductive thin film and is distant from a magnetic detection side, and said conductive thin film, and the electrode terminal of said pair at coincidence, and the high-frequency amplifier which amplifies the RF carrier signal produced between the electrode terminals of said pair.

[Translation done.]

JP2001-034913

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any
damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the magnetic head using change of the impedance by the MAG of the soft magnetic material which impressed the RF carrier signal and the magnetic recorder and reproducing device using it, and the magnetic sensor that detects existence of an external magnetic field and reinforcement in a list.

[0002]

[Description of the Prior Art] When impressing a field to the magnetic circuit formed on both sides of the conductor with the soft magnetic material with an easy axis of a pair from the exterior and passing the high frequency current to said conductor, there is a phenomenon in which the impedance of said conductor changes according to the reinforcement of the field impressed. Unlike the so-called MR effectiveness that the electric resistance of the magnetic substance changes with the size of the skin depth produced according to an eddy current with the reinforcement of an impression field, change of this impedance is detectable with the reverse electromotive voltage produced by the product with the impedance of the high frequency current passed to said conductor, and said conductor produced by magnetic-properties change of the magnetic substance. Therefore, the magnetic head and the magnetic sensor which have high detection sensitivity are obtained by using change of the impedance by this MAG. Hereafter, it explains, referring to drawing 7 about this conventional kind of magnetic head.

[0003] (a) of drawing 7 is the perspective view using change of the impedance by the MAG of the magnetic head reported to the electronic informatics meeting technical report MR 95-80. (a) of drawing 7 -- setting -- detection of a conductive metal thin film -- the conductor 29 is sandwiched by the soft magnetism cores 33 and 34 of the pair of the width of face 30 almost equal to the width of recording track of the magnetic-recording medium 40. Each soft magnetism cores 33 and 34 are the layered products of the permalloy film 31 and SiO₂ film 32, as shown in the enlarged drawing of (b) of drawing 7.

[0004] detection -- pass resistance 36 in the fixed RF carrier signal of a UHF band from the RF transmitter 35 in the electrode terminals 38 and 39 of the both ends of a conductor 29 -- it impresses. the current 37 of the RF which this shows by the arrow head -- detection -- a conductor 29 is flowed. consequently, detection -- between the terminal terminal 38 for detection linked to the both ends of a conductor 29, and 39 -- detection -- change of the impedance by the MAG of a conductor 29 -- a basis -- electrical-potential-difference change of a ***** RF arises.

[0005] the case where a signal field does not exist in the magnetic-recording medium 40 -- between a terminal 38 and 39 -- a current 37 and detection -- the electrical potential difference (it is hereafter described as a UHF carrier signal) of the RF carrier frequency equivalent to the terminal 38 of a conductor 29 and a product with the impedance between 39 occurs. Since orientation of the direction of the easy axis of the soft magnetism cores 33 and 34 is carried out crosswise [of a truck] when the signal field by the magnetization 41 shown in the magnetic-recording medium 40 by the arrow head all over drawing exists, the soft magnetism core 33 and the direction of magnetization of 34 are leaned from

orientation by the signal field. consequently, the permeability of the soft magnetism cores 33 and 34 -- small -- becoming -- detection -- the impedance of a conductor 29 decreases.

[0006] this detection -- by change of the impedance of a conductor 29, AM of the UHF carrier signal is carried out by the signal field of a magnetic-recording medium, and that UHF carrier signal (it is hereafter described as an AM signal) by which AM was carried out is detected between a terminal 38 and 39. The signal currently recorded by the magnetization 41 of the magnetic-recording medium 40 is reproducible by carrying out AM detection of this AM signal.

[0007] Drawing 8 is a graph which shows actuation of the magnetic head shown in drawing 7, an axis of abscissa expresses the direction and reinforcement of a signal field, and an axis of ordinate expresses the level of the AM signal acquired from the electrode terminals 38 and 39 for detection. The curve 52 of drawing 8 sets the frequency of a UHF carrier signal to 1.0GHz, in the center section of Helmholtz coils, impresses a direct-current field (DC field), and asks for the above-mentioned magnetic head. The bias field (it is hereafter described as the bias field 42) of the magnetic field strength shown in the straight line 42 of drawing 8 is given to the soft magnetism cores 33 and 34 of drawing 7. In order to detect a signal field by high sensibility and to acquire an AM wave with little distortion so that drawing 8 may show, it is necessary to set the direct-current bias field 42 as the optimal value. a direct current from the DC power supply which omitted a UHF carrier signal and illustration in the above-mentioned magnetic head -- detection -- ** <DP N=0003> is carried out to a conductor 29, and a direct-current field is generated and it is considering as the bias field 42.

[0008]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] detection [in / at the magnetic head using change of the impedance by the conventional MAG / a RF] -- change of the impedance by the MAG of a conductor was not able to be made into the desirable, sufficiently big value. This invention enlarges change of the impedance by the MAG enough, and aims at realizing the magnetic head which detects the signal field by magnetization of a magnetic-recording medium by high sensibility.

[0009]

[Means for Solving the Problem] In the field where the magnetic head of this invention counters the magnetic-recording medium of magnetic York The 1st soft magnetic material film which maintained said magnetic York and a predetermined magnetic gap, and was joined, The magnetic circuit which consists of soft magnetic material film of the pair which prepared the gap in a part of location [at least] which put the conductive thin film by said 1st soft magnetic material film and the 2nd soft magnetic material film, and is separated from said magnetic gap, It has a means to impress the UHF carrier signal current and a direct current to the electrode terminal of a pair linked to the both ends of said conductive thin film, and the electrode terminal of said pair at coincidence, and the high-frequency amplifier which amplifies the UHF carrier signal produced between the electrode terminals of said pair.

[0010] In the magnetic head of this configuration, the magnetic circuit which maintained the magnetic gap at magnetic York and was joined and which has a gap at least in a part is prepared, and the effective permeability of said magnetic circuit is reduced. Thereby, the impedance characteristic of the conductive thin film in the RF field of a UHF carrier signal is improvable. Consequently, the rate of change of the impedance by the MAG becomes high in a RF field, and change of the impedance by the signal field of the magnetic-recording medium incorporated by the magnetic gap can be detected by high sensibility.

[0011] The magnetic recorder and reproducing device of this invention is characterized by having a positioning means for positioning the magnetic head to the location where it was specified on a record-medium maintenance means by which the signal currently recorded by the magnetic head of the above-mentioned configuration and said magnetic head is reproduced, and said record medium. According to the magnetic recorder and reproducing device of this configuration, the signal field of a magnetic-recording medium is detectable by high sensibility. Consequently, the magnetic recorder and reproducing device which can reproduce the information on the magnetic-recording medium recorded on high density with the narrow width of recording track by high sensibility is obtained.

[0012] The magnetic sensor of this invention puts a conductive thin film, and has a means to impress the UHF carrier signal current and a direct current to the electrode terminal of a pair linked to the magnetic

circuit which consists of soft magnetic material film of the pair which prepared the gap in a part of location [at least] which is distant from a magnetic detection side, and the both ends of said conductive thin film, and the electrode terminal of said pair at coincidence, and the high-frequency amplifier which amplifies the UHF carrier signal produced between the electrode terminals of said pair. In the magnetic sensor of this configuration, the effective permeability of a magnetic circuit falls by having prepared the gap in a part of magnetic circuit [at least] where an external magnetic field is impressed. Thereby, the impedance characteristic of the conductive thin film in the RF field of a UHF carrier signal is improvable. Consequently, the rate of change of the impedance by the MAG becomes high in a RF field, and change of the impedance by the external magnetic field can be detected by high sensibility.

[0013]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the suitable example of this invention is explained, referring to drawing 6 from drawing 1.

[0014] <<example>> Drawing 1 is the side elevation of the magnetic head of the example of this invention. In drawing 1, magnetic York 19 of the soft magnetic material of Fe system is formed in the field of a glass substrate 50 by sputtering. At this time, multistage sputtering is performed using a mask so that crevice 19A of the predetermined depth may be formed in a part of magnetic York 19. Crevice 19A of magnetic York 19 is filled up with the non-magnetic material 25 of SiO₂ grade, and the front face is finished so that it may become the same as the field of magnetic York 19. At this time, the nonmagnetic membrane of SiO₂ grade is formed in the magnetic-recording medium 28 of magnetic York 19, and point 16A which counters, it finishes so that that thickness may become 0.2 microns, and a magnetic gap 20 is formed.

[0015] Next, the soft magnetic material film 16 with a thickness of 1.5 microns is formed all over magnetic York 19. By this, in the magnetic-recording medium 28 and point 16A which counters, the soft magnetism film 16 and magnetic York 19 will maintain the 0.2-micron magnetic gap 20, and will counter. next, the field to which crevice 19A exists in the lower layer on the front face of the soft magnetism film 16 -- copper sputtering -- detection with a thickness of 0.5 microns -- a conductor -- the film 15 is formed. the detection on the soft magnetism film 16 -- a conductor -- the nonmagnetic membrane 18 with a thickness of 0.3 microns is formed in the back end field 17 which did not form the film 15.

[0016] the last -- detection -- a conductor -- the soft magnetism film 14 with a thickness of 1.5 microns is formed on point 16A of the film 15, a nonmagnetic membrane 18, and the soft magnetism film 16. Thereby, in the back end field 17, the soft magnetism film 14 and 16 maintains the gap of the 0.3-micron nonmagnetic membrane 18, and counters. the magnetic head shown in drawing 7 of the conventional example by the magnetic head of this example -- the same -- detection -- a conductor -- electrode terminals 38a and 39a and the electrode terminals 38 and 39 for detection are formed in the both ends of the film 15, respectively. The RF transmitter 48 is connected to electrode terminals 38a and 39a via resistance 47. The high-frequency amplifier 49 is connected to the electrode terminals 38 and 39 for detection.

[0017] Next, actuation of this magnetic head is explained. The magnetic flux 22 generated from the magnetization 26 of the magnetic-recording medium 28 is divided into the soft magnetism film 14 and 16 through magnetic York 19, and turns into magnetic flux 23 and 24, respectively. These magnetic flux 23 and 24 supports the external magnetic field of the magnetic head. the magnetic field strength in this soft magnetism film 14 and 16 -- responding -- detection -- a conductor -- the impedance of the film 15 changes. detection -- a conductor -- by forming a gap in a part of magnetic circuit formed by the soft magnetism film 14 and 16, the effective permeability of a magnetic circuit falls and the frequency characteristics in a RF field are improved so that the result of the check experiment mentioned later may also show the change property of the impedance by this MAG of the film 15. consequently, this detection -- a conductor -- the magnetization 26 of the magnetic-recording medium 28 is detected by high sensibility as an electrical-potential-difference value change which produces the film 15 by the product of the flowing fixed high frequency current and this impedance.

[0018] if it explains in more detail -- detection -- a conductor -- pass resistance 47 from the RF

transmitter 48 in the electrode terminals 38a and 39a prepared in the both ends of the film 15 -- the direct-current bias voltage of the DC power supply which omitted a UHF carrier signal and illustration is impressed. detection -- a conductor -- the AM signal with which amplitude modulation of the UHF carrier signal was carried out by magnetization 26 from the electrode terminals 38 and 39 for detection prepared in the both ends of the film 15 is detected. This AM signal is amplified by the high-frequency amplifier 49, and reproduces the signal corresponding to the magnetization 26 of a magnetic-recording medium by next carrying out AM detection.

[0019] In this example, the gap between the soft magnetism film 14 and 16 is formed in the back end field 17 of the magnetic head of the nonmagnetic membrane 18. Change of the impedance in a RF field becomes large with this gap, and playback sensibility improves. On the other hand, the magnetic gap 20 between the soft magnetism film 16 and magnetic York 19 is formed in point 16A which is an opposed face to the magnetic-recording medium 28 of the magnetic head. moreover -- as other effectiveness -- detection -- a conductor -- the poor insulation between the film 15 and the soft magnetism film 14 and 16 -- detection -- a conductor -- even if the high frequency current and bias current by the UHF carrier signal impressed to the film 15 flow on the soft magnetism film 14 and 16, the magnetization by the current is short-circuited by the magnetic circuit of soft magnetic materials 14 and 16. Therefore, it can prevent having a bad influence of eliminating magnetization of the magnetic-recording medium 28 by the magnetic gap 20. .

[0020] In this example, although Fe system ingredient was used as a soft magnetic material, soft magnetic materials, such as other Co systems, Fe system amorphous magnetic substance, a permalloy, and Sendust, can be used. Moreover, a substrate can also use nonmagnetic substrates, such as not only a glass substrate but NiTiMg, AlTiC, other ceramics, textile glass yarn, a carbon substrate, etc. detection -- a conductor -- although it considered as the film and Cu was used, conductive ingredients, such as Ag, Au, and aluminum, can be used.

[0021] It checked that conducted various kinds of measurement experiments as shown in a detail below, and this magnetic head had high sensibility about the magnetic head of the above-mentioned configuration. the detection which consists of soft magnetic materials 14 and 16 of FeTaN material with width of face of 300 microns, a die length [of 3 millimeters], and a thickness of 1.5 microns, and copper (Cu) with die length of 2 millimeters, a width of face [of 400 microns], and a thickness of 1 micron as a sample for a measurement experiment -- a conductor -- the film 15 was used. the magnetic head of a configuration of being shown in drawing 1 -- producing -- detection -- a conductor -- it investigated about the impedance of the both ends of the film 15. Instead of the signal field from magnetization of a magnetic-recording medium, the direct-current field was impressed to the longitudinal direction of soft magnetic materials 14 and 16 by the Helmholtz coils which generate an external magnetic field. If a direct-current field is set to 5Oe(s), the soft magnetic materials 14 and 16 used for this experiment will be saturated completely.

[0022] Drawing 2 and drawing 3 are graphs which show the result investigated about change of the impedance to the frequency of a UHF carrier signal. Drawing 2 shows change of the total impedance of the sample measured with the impedance meter. It changes, as are shown in drawing 2 , and a property in case an external magnetic field is zero, and a curve 2 are the properties when adding external magnetic field 5Oe and a curve 1 shows an arrow head 3. The rate of change of the impedance by the MAG is high, and a big amplitude modulation output can be obtained, so that the difference of this change is large. In an impedance meter, it can separate into an inductance component and a resistance component, and a total impedance can be measured. Drawing 3 is a graph which shows the property over each external magnetic field of an inductance component and a resistance component.

[0023] In the low frequency field 100MHz or less, the total impedance is changing [the frequency of a UHF carrier signal] a lot to change of an external magnetic field so that drawing 2 may show. However, in a RF field 500MHz or more, a total impedance hardly changes to change of an external magnetic field. However, since the rate of change of the impedance by the MAG is proportional to the product of the frequency of a UHF carrier signal, and the rate of change of the permeability of the soft magnetic material which forms a magnetic circuit, it is important for it to make a UHF carrier signal into a RF, for

raising the rate of change of the impedance by the MAG.

[0024] The property of drawing 2 shows the property similar to change of the inductance component shown in drawing 3. the detection from which the inductance component which changes with external magnetic fields does not change with external magnetic fields from this -- since the inductance components, such as a conductor, are large, in a RF field, it turns out that the mask is carried out. On the other hand, this experiment showed that the resistance component shown in drawing 3 was changing sharply to an external magnetic field in a RF field 100MHz or more for the first time.

[0025] the inductance component which will produce the curve 4 in drawing 3 according to the permeability of soft magnetic materials 14 and 16 if it states in more detail, and detection -- a conductor -- it is the sum with the inductance component of the film 15. in order that the permeability of soft magnetic materials 14 and 16 may approach 1 of the value in the inside of air by impression of external magnetic field 5Oe -- detection -- a conductor -- the inductance component of the film 15 becomes main and serves as a curve 5. the resistance component which produces a curve 6 according to the permeability of soft magnetic materials 14 and 16, and detection -- a conductor -- it is the sum with the resistance component of the film 15. the detection which does not change with external magnetic fields since the permeability of soft magnetic materials 14 and 16 is set to 1 by impression of external magnetic field 5Oe -- a conductor -- the resistance component of the film 15 becomes main and serves as a curve 7.

[0026] moreover -- as the 2nd sample for an experiment -- detection with a thickness [of 1 micron], and a width of face of 10 microns -- a conductor -- detection create that to which the membranous die length was changed, and according to the MAG -- a conductor -- change of the inductance of the film 15 is measured and a curve 8 shows the result to drawing 4 . it is shown in drawing 4 -- as -- detection -- a conductor -- the inductance of the film 15 will decrease sharply, if the die length becomes 100 microns or less. that is, the detection which does not change with external magnetic fields -- a conductor -- it is important by decreasing the inductance component of the film 15 sharply to actualize and detect impedance change of the soft magnetic material film 14 and 15 which changes with external magnetic fields.

[0027] furthermore, the detection in the RF field of the frequency of a UHF carrier signal -- the resistance component of the impedance of a conductor increases sharply by forming a gap in a part of magnetic circuit formed with soft magnetic materials 14 and 16, and reducing the effective permeability of a magnetic circuit. The magnetic head of this invention is invented based on the knowledge of these analyses. It explains referring to drawing 6 from drawing 5 below about the check experiment of the effectiveness which forms this gap.

[0028] detection of as opposed to the frequency of the UHF carrier signal of the magnetic head of the 1st example of a prototype of the verification test of the effectiveness of a gap in drawing 5 -- it is the graph which shows change of the impedance of a conductor. the detection in the magnetic head of the 1st example of a prototype -- a conductor -- 10 microns and thickness were made into 1 micron, the width of face of the film 15 made die length 10 microns, thickness of 0.5 microns and the soft magnetic material film 14 and 16 was made into 1.5 microns, and the width of recording track of the magnetic head made die length 1 millimeter. that is, the detection corresponding to the ** width of recording track of 0.5 microns -- a conductor -- the die length of the film 15 was shortened with 10 microns. The impedance was measured with the network analyzer by adding a uniform direct-current field to the longitudinal direction of a soft magnetic material by Helmholtz coils. When the soft magnetic material film 14 and 16 is set to FeTaN, the impedance rate of change in a 1GHz UHF carrier signal becomes 52%.

[0029] The case where being shown in drawing 5 used the soft magnetic material film 14 and 16 as the ingredient with which the frequency characteristics of permeability are extended to the RF like Fe system was shown, and the rate of change of an impedance has reached to 94%. That is, in drawing 5 , if the curve 9 of an impedance characteristic in case the field to impress is 0Oe impresses a saturation field, it will turn into the curve 10 of an impedance characteristic, and the impedance rate of change in 1GHz becomes 94%. As compared with the rate of change of the impedance of the spin bulb GMR head currently developed being about 5 - 7%, it turns out that it is the rate of change of a very high

impedance.

[0030] The magnetic head of the 1st example of a prototype and the magnetic head of the 2nd example of a prototype which formed the gap in a part of magnetic circuit of the same configuration by the nonmagnetic membrane 18 with a thickness of 0.3 microns are explained. In order that the frequency of a UHF carrier signal may depend change of the impedance in 1GHz on the resistance component produced mainly with the permeability of the soft magnetic material film 14 and 16, change of the resistance component in the magnetic head of this 2nd example of a prototype is explained hereafter. detection according [drawing 6] to the existence of a gap -- a conductor -- it is the graph which shows change of the resistance component of the impedance of the film 15.

[0031] As mentioned above, in order to enlarge the rate of change of an impedance, it is required for the frequency of a UHF carrier signal to enlarge the resistance component in 1GHz. it is shown in drawing 6 -- as -- detection of the magnetic head of the 2nd example of a prototype -- a conductor -- one 1.8 times the resistance of this is obtained to the curve 12 of the resistance component of the magnetic head of the 1st example of a prototype in which the curve 11 of the resistance component of the impedance of the film 15 does not form the gap in 1GHz. if this curve 11 impresses a saturation field -- detection -- a conductor -- it changes to the curve 13 of the resistance component of a membranous impedance. As mentioned above, as the magnetic head of this 2nd example of a prototype explained, in the magnetic head of this invention, the rate of change of the impedance by the MAG in 1GHz can improve sharply by forming a gap in the magnetic circuit constituted from soft magnetism film 14 and 16 by the nonmagnetic membrane 18.

[0032] In addition, this example explained magnetic York and a magnetic circuit for the predetermined magnetic gap about the magnetic head maintained and joined in the opposed face with a magnetic-recording medium. However, it cannot be overemphasized that it can use as a magnetic sensor used for the position sensor combined with the magnet as a component which detects the external magnetic field impressed to this magnetic circuit by high sensibility.

[0033]

[Effect of the Invention] As the above example explained in detail, according to the magnetic head of this invention, the rate of change of the impedance in a RF field can be enlarged by letting reception and the received magnetic flux pass to the magnetic circuit which has a gap in a part in the magnetic circuit which maintained magnetic York and a magnetic gap and formed the signal field by magnetization of a magnetic-recording medium. Consequently, the signal field of a magnetic-recording medium is detectable by high sensibility.

[0034] moreover, the thing for which the gap prepared in a magnetic circuit is estranged with a magnetic gap, and is arranged -- detection -- a conductor -- bad influences produced according to the poor insulation of the film and the soft magnetism film, such as elimination of magnetization of the magnetic-recording medium by the RF carrier signal, can be prevented. Furthermore, the magnetic recorder and reproducing device which can detect the magnetization of a magnetic-recording medium by which high density record was carried out by high sensibility is obtained by using the magnetic head of this invention. Moreover, it can use as a magnetic sensor which detects the external magnetic field to which this magnetic circuit is impressed by this by high sensibility.

[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-34913

(P2001-34913A)

(43)公開日 平成13年2月9日(2001.2.9)

(51)Int.Cl.

G 11 B 5/33
5/02

識別記号

F 1

G 11 B 5/33
5/02

マークコード(参考)

5 D 0 9 1
U

審査請求 未請求 請求項の数4 OL (全8頁)

(21)出願番号

特願平11-202704

(22)出願日

平成11年7月16日(1999.7.16)

(71)出願人 000005821

松下電器産業株式会社
大阪府門真市大字門真1006番地

(72)発明者 黒江 章郎

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 村山 明夫

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(74)代理人 100062926

弁理士 東島 隆治

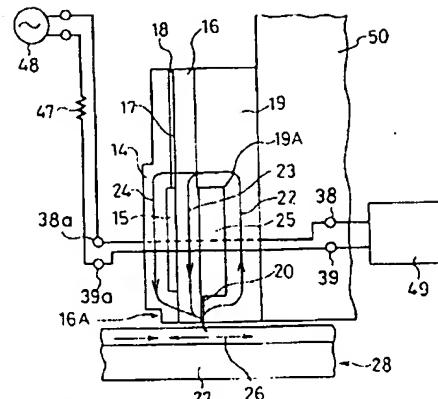
最終頁に統く

(54)【発明の名称】 磁気ヘッド及びそれを用いた磁気記録再生装置

(57)【要約】

【課題】 インピーダンスの変化率の大きい、磁気によるインピーダンスの変化を利用した磁気ヘッドを提供する。

【解決手段】 検出導体膜15を挟み込むように形成した一对の軟磁性体膜14、16からなる磁気回路、前記磁気回路の少なくとも一部に設けたギャップを形成する非磁性膜18、及び一方の軟磁性体膜16に磁気ギャップ20を保って設けた磁気ヨーク19を有する。前記検出導体膜の両端に接続した電極端子38a、39aに高周波発信器48から直流バイアス電流を重畳した高周波キャリア信号を印加し、磁気記録媒体28からの磁界による検出導体膜15のインピーダンスの変化により振幅変調された高周波キャリア信号を検出用電極端子38、39間から取り出す。



14:軟磁性体膜
15:検出導体膜
16:軟磁性体膜
16A:先端部
17:後端領域
18:ギャップ部
19:磁気ヨーク
19A:ヨーク部
20:磁気ギャップ
22,23,24:磁束
25:非磁性体
26:磁化
28:磁気記録媒体
38,39:検出用電極端子
38a,39a:電極端子
47:抵抗
48:高周波発信器
49:高周波増幅器
50:ガラス基板

【特許請求の範囲】

【請求項1】 磁気ヨークの磁気記録媒体に対向する面において、磁気ギャップを保って接合した第1の軟磁性体膜、

前記第1の軟磁性体膜と第2の軟磁性体膜とで導電性薄膜を挟み込み、前記磁気ギャップから離れた位置の少なくとも一部にギャップを設けた一対の軟磁性体膜からなる磁気回路、

前記導電性薄膜の両端に接続した一対の電極端子、前記一対の電極端子に高周波キャリア信号電流と直流電流を同時に印加する手段、及び前記一対の電極端子間に生ずる高周波キャリア信号を增幅する高周波増幅器を有することを特徴とする磁気ヘッド。

【請求項2】 前記一対の軟磁性体膜からなる磁気回路の一部に形成したギャップと、前記磁気ヨークと前記第1の軟磁性体膜との間の磁気記録媒体に対向する磁気ギャップとが互いに反対の位置になるよう構成したを特徴とする請求項1記載の磁気ヘッド。

【請求項3】 請求項1または2に記載の磁気ヘッド、前記磁気ヘッドにより記録されている信号が再生される磁気記録媒体の保持手段、及び前記磁気記録媒体上の指定された位置へ磁気ヘッドを位置決めする位置決め手段を備えたことを特徴とする磁気記録再生装置。

【請求項4】 導電性薄膜を挟み込み、磁気検出面から離れた位置の少なくとも一部にギャップを設けた一対の軟磁性体膜からなる磁気回路、

前記導電性薄膜の両端に接続した一対の電極端子、前記一対の電極端子に高周波キャリア信号電流と直流電流を同時に印加する手段、及び前記一対の電極端子間に生ずる高周波キャリア信号を增幅する高周波増幅器を有することを特徴とする磁気センサー。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、高周波キャリア信号を印加した軟磁性体の磁気によるインピーダンスの変化を利用した磁気ヘッド、及びそれを用いた磁気記録再生装置、並びに外部磁界の存在や強度を検出する磁気センサーに関する。

【0002】

【従来の技術】 磁化容易軸を持つ一対の軟磁性体で導体を挟んで形成した磁気回路に、外部から磁界を印加して前記導体に高周波電流を流すとき、印加される磁界の強度に応じて前記導体のインピーダンスが変化する現象がある。印加磁界の強度により渦電流によって生じるスキン効果の大小によって磁性体の電気抵抗が変化する、いわゆるMR効果とは異なり、このインピーダンスの変化は、前記導体に流す高周波電流と磁性体の磁気特性変化によって生じる前記導体のインピーダンスとの積により生ずる逆起電圧により検出できる。従って、この磁気によるインピーダンスの変化を利用することにより高い

検出感度を有する磁気ヘッドや磁気センサーが得られる。以下、従来のこの種の磁気ヘッドについて図7を参考しつつ説明する。

【0003】 図7の(a)は電子情報学会技術MR95-80に報告された、磁気によるインピーダンスの変化を利用した磁気ヘッドの斜視図である。図7の(a)において、導電性金属薄膜の検出導体29が、磁気記録媒体40のトラック幅とほぼ等しい幅30の一対の軟磁性コア33、34によって挟まれている。各軟磁性コア33、34は、図7の(b)の拡大図に示すように、ペーマロイ膜31とSiO₂膜32の積層体である。

【0004】 検出導体29の両端の電極端子38及び39に、高周波発信器35からUHF帯の一定の高周波キャリア信号を抵抗36を経て印加する。これにより矢印で示す高周波の電流37が検出導体29を流れる。その結果、検出導体29の両端に接続した検出用端子端子38及び39間に検出導体29の磁気によるインピーダンスの変化にもとづいて高周波の電圧変化が生じる。

【0005】 磁気記録媒体40に信号磁界が存在しない場合には、端子38及び39間に、電流37と検出導体29の端子38及び39間のインピーダンスとの積に相当する高周波キャリア周波数の電圧(以下、UHFキャリア信号と記す)が発生する。磁気記録媒体40に図中に矢印で示す磁化41による信号磁界が存在する場合には、軟磁性コア33、34の磁化容易軸の方向がトラックの幅方向に配向されているため、軟磁性コア33、34の磁化の方向が信号磁界によって配向方向から傾けられる。その結果、軟磁性コア33、34の透磁率が小さくなり、検出導体29のインピーダンスが減少する。

【0006】 この検出導体29のインピーダンスの変化により、UHFキャリア信号が磁気記録媒体の信号磁界によってAM変調され、そのAM変調されたUHFキャリア信号(以下、AM変調信号と記す)が端子38、39間に検出される。このAM変調信号をAM検波することによって磁気記録媒体40の磁化41により記録されている信号を再生することができる。

【0007】 図8は、図7に示す磁気ヘッドの動作を示すグラフであり、横軸は信号磁界の方向及び強度を表し、縦軸は検出用電極端子38、39から得られるAM変調信号のレベルを表す。図8のカーブ52は、UHFキャリア信号の周波数を1.0GHzとして、上記磁気ヘッドをヘルムホルツコイルの中央部において直流磁界(DC磁界)を印加して求めたものである。図7の軟磁性コア33、34には、図8の直線42で示す磁界の強さのバイアス磁界(以下、バイアス磁界42と記す)が与えられている。図8からわかるように、高い感度で信号磁界を検出し、歪みの少ないAM変調波形を得るには、直流バイアス磁界42を最適な値に設定する必要がある。上記磁気ヘッドではUHFキャリア信号と図示を省略した直流電源からの直流電流とを検出導体29に流

して直流磁界を発させバライアス磁界42としている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】従来の磁気によるインピーダンスの変化を利用して磁気ヘッドでは、高周波における検出導体の磁気によるインピーダンスの変化を十分大きな望ましい値にすることことができなかった。本発明は、磁気によるインピーダンスの変化を十分大きくし、高い感度で磁気記録媒体の磁化による信号磁界を検出する磁気ヘッドを実現することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明の磁気ヘッドは、磁気ヨークの磁気記録媒体に対向する面において、前記磁気ヨークと所定の磁気ギャップを保って接合された第1の軟磁性体膜、前記第1の軟磁性体膜と第2の軟磁性体膜とで導電性薄膜を挟み込み前記磁気ギャップから離れた位置の少なくとも一部にギャップを設けた一対の軟磁性体膜からなる磁気回路、前記導電性薄膜の両端に接続した一対の電極端子、前記一対の電極端子にUHFキャリア信号電流と直流電流を同時に印加する手段、及び前記一対の電極端子間に生ずるUHFキャリア信号を増幅する高周波増幅器を有している。

【0010】この構成の磁気ヘッドでは、磁気ヨークに磁気ギャップを保って接合した、少なくとも一部にギャップを有する磁気回路を設け、前記磁気回路の実効透磁率を低下させている。これにより、UHFキャリア信号の高周波領域における導電性薄膜のインピーダンス特性を改善できる。その結果、磁気によるインピーダンスの変化率が高周波領域において高くなり、磁気ギャップで取り込んだ磁気記録媒体の信号磁界によるインピーダンスの変化を高い感度で検出できる。

【0011】本発明の磁気記録再生装置は、上記構成の磁気ヘッド、前記磁気ヘッドによって記録されている信号を再生される記録媒体保持手段、及び前記記録媒体上の指定された位置へ磁気ヘッドを位置決めするための位置決め手段を備えたことを特徴とする。この構成の磁気記録再生装置によれば、磁気記録媒体の信号磁界を高い感度で検出できる。その結果、狭いトラック幅で高密度に記録された磁気記録媒体の情報を高い感度で再生することができる磁気記録再生装置が得られる。

【0012】本発明の磁気センサーは、導電性薄膜を挟み込み、磁気検出面から離れた位置の少なくとも一部にギャップを設けた一対の軟磁性体膜からなる磁気回路と、前記導電性薄膜の両端に接続した一対の電極端子、前記一対の電極端子にUHFキャリア信号電流と直流電流を同時に印加する手段、及び前記一対の電極端子間に生ずるUHFキャリア信号を増幅する高周波増幅器を有している。この構成の磁気センサーでは、外部磁界が印加されることにより、磁気回路の実効透磁率が低下する。これにより、UHFキャリア信号の高周波領域における導

電性薄膜のインピーダンス特性を改善できる。その結果、磁気によるインピーダンスの変化率が高周波領域において高くなり、外部磁界によるインピーダンスの変化を高い感度で検出できる。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明の好適な実施例を図1から図6を参照しつつ説明する。

【0014】《実施例》図1は、本発明の実施例の磁気ヘッドの側面図である。図1において、ガラス基板50の面に、スパッタリングによってFe系の軟磁性体の磁気ヨーク19を形成する。このとき、磁気ヨーク19の一部分に所定の深さの凹部19Aが形成されるように、マスクを用いて多段スパッタリングを行う。磁気ヨーク19の凹部19AにSiO₂等の非磁性体25を充填し、その表面を磁気ヨーク19の面と同じになるように仕上げる。このとき、磁気ヨーク19の磁気記録媒体28と対向する先端部16AにSiO₂等の非磁性膜を形成し、その厚さが0.2ミクロンになるように仕上げて磁気ギャップ20を形成する。

【0015】次に、磁気ヨーク19の全面に厚さ1.5ミクロンの軟磁性体膜16を形成する。これにより、磁気記録媒体28と対向する先端部16Aにおいて、軟磁性膜16と磁気ヨーク19とは0.2ミクロンの磁気ギャップ20を保って対向することになる。次に、軟磁性膜16の表面上でその下層に凹部19Aが存在する領域に、銅のスパッタリングにより厚さ0.5ミクロンの検出導体膜15を形成する。軟磁性膜16の上の、検出導体膜15を形成しなかった後端領域17に厚さ0.3ミクロンの非磁性膜18を形成する。

【0016】最後に、検出導体膜15、非磁性膜18、及び軟磁性膜16の先端部16Aの上に厚さ1.5ミクロンの軟磁性膜14を形成する。これにより、軟磁性膜14と16とは後端領域17で0.3ミクロンの非磁性膜18のギャップを保って対向する。この実施例の磁気ヘッドでは、従来例の図7に示した磁気ヘッドと同様に、検出導体膜15の両端に電極端子38a、39aと検出用電極端子38、39がそれぞれ設けられている。電極端子38a、39aには、抵抗47を経由して高周波発信器48が接続されている。検出用電極端子38、39には、高周波増幅器49が接続されている。

【0017】次に、この磁気ヘッドの動作について説明する。磁気記録媒体28の磁化26から発生する磁束22は磁気ヨーク19を通って軟磁性膜14及び16に分かれそれぞれ磁束23及び24となる。この磁束23、24が磁気ヘッドの外部磁界に対応している。この軟磁性膜14及び16中の磁界の強さに応じて、検出導体膜15のインピーダンスが変化する。検出導体膜15のこの磁気によるインピーダンスの変化特性は、後述する確認実験の結果からもわかるように、軟磁性膜14と16とで形成した磁気回路の一部にギャップを形成する

ことにより、磁気回路の実効透磁率が下がり、高周波領域における周波数特性が改善される。その結果、この検出導体膜15を流れる一定の高周波電流とこのインピーダンスとの積で生ずる電圧値の変化として磁気記録媒体28の磁化26が高い感度で検出される。

【0018】さらに詳しく説明すると、検出導体膜15の両端に設けられている電極端子38a及び39aに高周波発信器48から抵抗47を経て、UHFキャリア信号と図示を省略した直流電源の直流バイアス電圧とを印加する。検出導体膜15の両端に設けた検出用電極端子38及び39から磁化26によりUHFキャリア信号が振幅変調されたAM変調信号を検出する。このAM変調信号は、高周波增幅器49によって増幅され、次にAM検波することによって磁気記録媒体の磁化26に対応する信号を再生する。

【0019】本実施例では、非磁性膜18により軟磁性膜14と16の間のギャップが、磁気ヘッドの後端領域17に形成されている。このギャップにより高周波領域におけるインピーダンスの変化が大きくなり、再生感度が向上する。一方、軟磁性膜16と磁気ヨーク19の間の磁気ギャップ20は、磁気ヘッドの磁気記録媒体28への対向面である先端部16Aに形成されている。また他の効果として、検出導体膜15と、軟磁性膜14、16との間の絶縁不良により、検出導体膜15に印加したUHFキャリア信号による高周波電流とバイアス電流が軟磁性膜14、16に流れて、その電流による磁化は軟磁性体14、16の磁気回路により短絡される。従って、磁気ギャップ20により磁気記録媒体28の磁化を消去するなどの悪影響を与えることを防止できる。。

【0020】本実施例では、軟磁性体としてFe系材料を用いたが、その他のCo系、Fe系アモルファス磁性体、バーマロイ、センダストなどの軟磁性材料を用いることができる。また、基板もガラス基板に限らずNiTiMg、NiTiC、その他セラミック、ガラス系、カーボン基板等の非磁性基板を用いることができる。検出導体膜としCuを用いたが、Ag、Au、Alなどの導電性材料を用いることができる。

【0021】上記の構成の磁気ヘッドについて、以下に詳細に示すような各種の測定実験を行って、この磁気ヘッドが高い感度を有することを確認した。測定実験用のサンプルとして、幅300ミクロン、長さ3ミリメートル、厚さ1.5ミクロンのFeTaN材の軟磁性体14、16と、長さ2ミリメートル、幅400ミクロン、厚さ1ミクロンの銅(Cu)からなる検出導体膜15を用いた。図1に示す構成の磁気ヘッドを作製し、検出導体膜15の両端のインピーダンスに関して調べた。磁気記録媒体の磁化からの信号磁界の代わりに、外部磁界を発生するヘルムホルツコイルによって軟磁性体14、16の長手方向に直流磁界を印加した。直流磁界を50eVにすると、本実験に用いた軟磁性体14、16は完全に

飽和する。

【0022】図2及び図3はUHFキャリア信号の周波数に対するインピーダンスの変化について調べた結果を示すグラフである。図2は、インピーダンスマータにて測定したサンプルの全インピーダンスの変化を示している。図2に示すように、曲線1は外部磁界が零の場合の特性、曲線2は外部磁界50eVを加えた時の特性であり、矢印3に示すように変化する。この変化の差が大きいほど、磁気によるインピーダンスの変化率が高く、大きな振幅変調出力を得ることができる。インピーダンスマータでは全インピーダンスを、インダクタンス成分と抵抗成分とに分離して測定することができる。図3は、インダクタンス成分及び抵抗成分のそれぞれの外部磁界に対する特性を示すグラフである。

【0023】図2から分かるように、UHFキャリア信号の周波数が100MHz以下の低周波領域では、外部磁界の変化に対して全インピーダンスが大きく変化している。しかし、500MHz以上の高周波領域では、外部磁界の変化に対して全インピーダンスはほとんど変化しない。ところが、磁気によるインピーダンスの変化率は、UHFキャリア信号の周波数と磁気回路を形成する軟磁性体の透磁率の変化率との積に比例するため、磁気によるインピーダンスの変化率を高めるにはUHFキャリア信号を高周波とすることが重要である。

【0024】図2の特性は図3に示したインダクタンス成分の変化と類似の特性を示している。このことから、外部磁界によって変化するインダクタンス成分は、外部磁界によって変化しない検出導体などのインダクタンス成分が大きいため、高周波領域ではマスクされていることがわかる。一方、図3に示す抵抗成分は、100MHz以上の高周波領域において外部磁界に対して大幅に変化していることが本実験によって初めて分かった。

【0025】さらに詳しく述べると、図3中の曲線4は軟磁性体14、16の透磁率に応じて生ずるインダクタンス成分と検出導体膜15のインダクタンス成分との和である。軟磁性体14、16の透磁率が、外部磁界50eVの印加により1となるため、外部磁界によって変化しない検出導体膜15の抵抗成分が主となり、曲線7となる。

【0026】また、第2の実験用サンプルとして厚み1ミクロン、幅10ミクロンの検出導体膜の長さを変化させたものを作成し、磁気による検出導体膜15のインダクタンスの変化を測定し、その結果を図4に曲線8で示す。図4に示すように、検出導体膜15のインダクタンスは、その長さが100ミクロン以下になると大幅に減少する。つまり、外部磁界によって変化しない検出導体

膜1.5のインダクタンス成分を大幅に減少させることにより、外部磁界によって変化する軟磁性体膜1.4、1.5のインピーダンス変化を顕在化して検出することが重要である。

【0027】さらに、UHFキャリア信号の周波数の高周波領域における、検出導体のインピーダンスの抵抗成分は、軟磁性体1.4、1.6で形成された磁気回路の一部にギャップを形成して磁気回路の実効透磁率を低下させることにより大幅に増加する。本発明の磁気ヘッドは、これらの解析の知見に基づいて発明したものである。このギャップを形成する効果の確認実験について以下に図5から図6を参照しつつ説明する。

【0028】図5は、ギャップの効果の確認実験の第1の試作例の磁気ヘッドのUHFキャリア信号の周波数に対する検出導体のインピーダンスの変化を示すグラフである。第1の試作例の磁気ヘッドにおける検出導体膜1.5の幅は10ミクロン、厚さは1ミクロン、及び長さは10ミクロンとし、磁気ヘッドのトラック幅は0.5ミクロン、軟磁性体膜1.4、1.6の厚さは1.5ミクロン、及び長さは1ミリメートルとした。つまり、狭トラック幅0.5ミクロンに対応する検出導体膜1.5の長さを10ミクロンと短くした。軟磁性体の長手方向にヘルムホルツコイルによって均一な直流磁界を加えることによってインピーダンスをネットワークアナライザによって測定した。軟磁性体膜1.4、1.6をFeTaNとした場合、1GHzのUHFキャリア信号でのインピーダンス変化率が5.2%となる。

【0029】図5に示すのは、軟磁性体膜1.4、1.6をFe系のように透磁率の周波数特性が高周波まで伸びている材料とした場合を示し、インピーダンスの変化率が9.4%に達している。つまり、図5において、印加する磁界が0.0cの場合のインピーダンス特性の曲線9が、飽和磁界を印加するとインピーダンス特性の曲線10となり、1GHzにおけるインピーダンス変化率が9.4%となる。開発されつつあるスピンドルGMRヘッドのインピーダンスの変化率が5~7%程度であることに比較すると、極めて高いインピーダンスの変化率であることがわかる。

【0030】第1の試作例の磁気ヘッドと同じ構成の磁気回路の一部に0.3ミクロンの厚さの非磁性膜1.8でギャップを形成した第2の試作例の磁気ヘッドについて説明する。UHFキャリア信号の周波数が1GHzにおけるインピーダンスの変化は、主として軟磁性体膜1.4、1.6の透磁率により生ずる抵抗成分によるため、以下、この第2の試作例の磁気ヘッドにおける抵抗成分の変化について説明する。図6は、ギャップの有無による検出導体膜1.5のインピーダンスの抵抗成分の変化を示すグラフである。

【0031】前述したように、インピーダンスの変化率を大きくするには、UHFキャリア信号の周波数が1G

Hzにおける抵抗成分を大きくすることが必要である。図6に示すように、第2の試作例の磁気ヘッドの検出導体膜1.5のインピーダンスの抵抗成分の曲線11は、1GHzにおいて、ギャップを形成していない第1の試作例の磁気ヘッドの抵抗成分の曲線12に対して1.8倍の抵抗値が得られている。この曲線11は、飽和磁界を印加すると検出導体膜のインピーダンスの抵抗成分の曲線13に変化する。以上、この第2の試作例の磁気ヘッドで説明したように、本発明の磁気ヘッドでは、軟磁性膜1.4、1.6で構成する磁気回路に非磁性膜1.8でギャップを形成することによって、1GHzにおける磁気によるインピーダンスの変化率は大幅に向うことができる。

【0032】なお、この実施例は磁気ヨークと磁気回路とを磁気記録媒体との対向面において所定の磁気ギャップを保って接合した磁気ヘッドについて説明した。しかし、この磁気回路に印加される外部磁界を高い感度で検出する素子として、例えば、磁石と組み合わせた位置センサー等に用いられる磁気センサーとして利用できるのはいうまでもない。

【0033】

【発明の効果】以上の一実施例で詳しく述べたように、本発明の磁気ヘッドによれば、磁気記録媒体の磁化による信号磁界を、磁気ヨークと磁気ギャップを保って形成した磁気回路で受け取り、受け取った磁束を一部にギャップを有する磁気回路に通すことにより高周波領域におけるインピーダンスの変化率を大きくすることができる。その結果、磁気記録媒体の信号磁界を高い感度で検出することができる。

【0034】また、磁気回路に設けるギャップを磁気ギャップと離間して配置することにより、検出導体膜と軟磁性膜との絶縁不良により生じる、高周波キャリア信号による磁気記録媒体の磁化の消去などの悪影響を防止できる。さらに、本発明の磁気ヘッドを用いることにより、高密度記録された磁気記録媒体の磁化を高い感度で検出できる磁気記録再生装置が得られる。また、この磁気回路をこれに印加される外部磁界を高い感度で検出する磁気センサーとして用いることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の磁気ヘッドの構成を示す図。

【図2】本発明の確認実験サンプルのインピーダンス特性を示すグラフ。

【図3】本発明の確認実験サンプルのインピーダンス特性のインダクタンス成分と抵抗成分とを示すグラフ。

【図4】本発明の確認実験サンプルの検出導体の長さとインダクタンスとの関係を示すグラフ。

【図5】本発明の確認実験サンプルのインピーダンス特性を示すグラフ。

【図6】本発明の確認実験サンプルのインピーダンス特性の抵抗成分を示すグラフ。

【図7】従来の磁気によるインピーダンスの変化を利用

した磁気ヘッドの動作原理を説明する図。

【図8】従来の磁気によるインピーダンスの変化を利用した磁気ヘッドの磁界強度とUHFキャリア信号レベルの関係を示すグラフ。

【符号の説明】

- 1 外部磁界 0 Oe 時の特性
- 2 外部磁界 5 Oe 時の特性
- 3 印加磁界による変化を示す矢印
- 4 外部磁界 0 Oe 時のインダクタンス成分の特性
- 5 外部磁界 5 Oe 時のインダクタンス成分の特性
- 6 外部磁界 0 Oe 時の抵抗成分の特性
- 7 外部磁界 5 Oe 時の抵抗成分の特性
- 8 検出導体のインダクタンス特性
- 9 外部磁界 0 Oe 時のインピーダンス特性
- 10 飽和磁界印加時のインピーダンス特性
- 11 ギャップが 0.3 ミクロンの抵抗成分の特性
- 12 ギャップを形成しない場合の抵抗成分の特性
- 13 外部磁界により変化しない検出導体膜の抵抗成分の特性

14、16 軟磁性体膜

15 検出導体膜

16A 先端部

17 後端領域

18 非磁性膜

19 磁気ヨーク

19A 凹部

20 磁気ギャップ

22、23、24 磁束

25 非磁性膜

26 磁化

28 磁気記録媒体

38a、39a 電極端子

38、39 検出電極端子

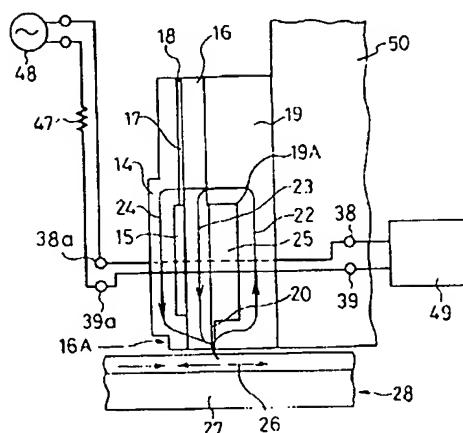
47 抵抗

48 高周波発信器

49 高周波増幅器

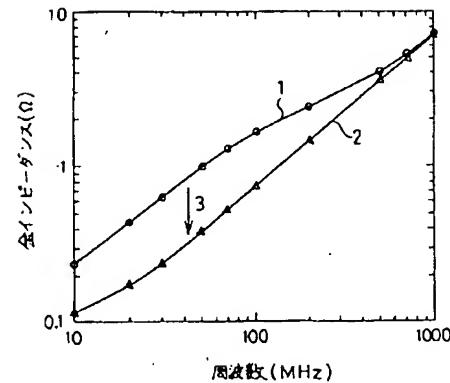
50 ガラス基板

【図1】

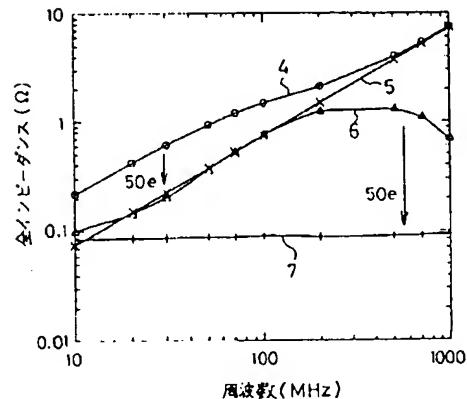


14:軟磁性膜	25:非磁性膜
15:検出導体膜	26:磁化
16:軟磁性膜	28:磁気記録媒体
16A:先端部	38,39:検出用電極端子
17:後端領域	38a,39a:電極端子
18:ギャップ部	47:抵抗
19:磁気ヨーク	48:高周波発信器
19A:凹部	49:高周波増幅器
20:磁気ギャップ	50:ガラス基板
22,23,24:磁束	

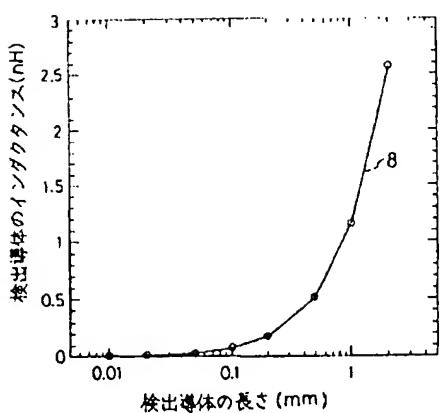
【図2】



【図3】

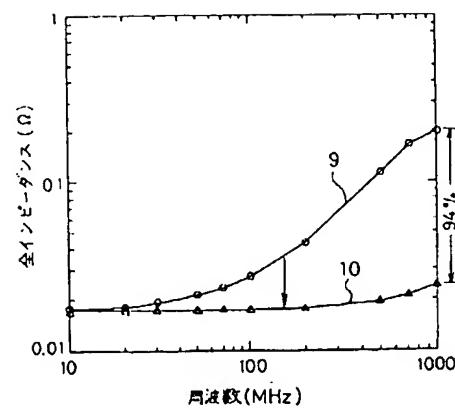


【図4】

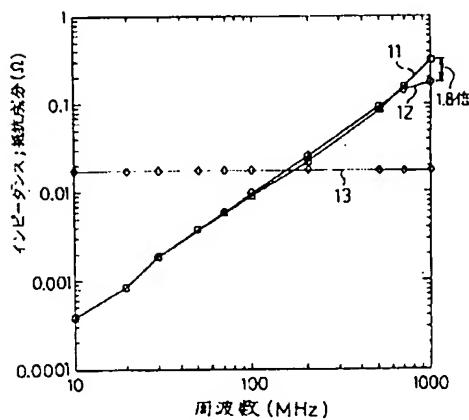


【図6】

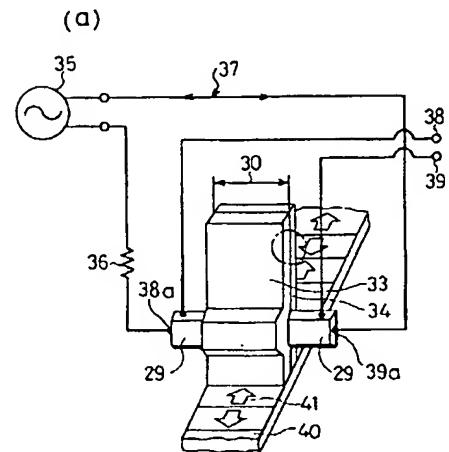
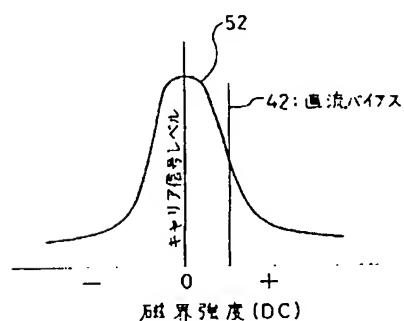
【図5】



【図7】



【図8】



(b)

フロントページの続き

(72)発明者 村松 小百合
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

ドーム(参考) 5D091 DD30